

## **ANALISIS TSS, BOD, COD, DAN MINYAK LEMAK LIMBAH CAIR PADA INDUSTRI SUSU**

Salsabila Alya Savira dan Windi Zamrudy

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia  
[salsabilaalya0303@gmail.com](mailto:salsabilaalya0303@gmail.com) ; [\[windi.zamrudy@polinema.ac.id\]](mailto:windi.zamrudy@polinema.ac.id)

### **ABSTRAK**

Limbah cair merupakan bahan sisa dari kegiatan industri maupun perumahan yang menggunakan bahan baku air dan mempunyai suatu karakteristik yang ditentukan oleh sifat fisik, kimia, serta biologi limbah. Instalasi Pengolahan Air Limbah yang beroperasi dengan baik maka akan menghasilkan limbah cair keluaran (*effluent*) yang sesuai dengan baku mutu lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan TSS, BOD, COD, serta Minyak Lemak yang terdapat didalam *influent* dan *effluent*, serta menghitung *removal efficiency* limbah cair milik salah satu industri susu di Jawa Timur yang di uji oleh Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta Mojokerto. Metode yang digunakan yaitu penelitian deskriptif analitik yang sampelnya menggunakan *effluent* limbah cair bulan Januari-Desember 2022. Parameter yang dianalisis yaitu TSS (*Total Suspended Solid*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), serta Minyak Lemak. Hasil yang diperoleh untuk rata-rata *influent* TSS; BOD; COD; dan minyak lemak sebesar 518; 454,5; 2.402; dan 3,93 mg/L. Setelah dilakukan proses pengolahan air limbah dihasilkan rata-rata *effluent* TSS; BOD; COD; dan minyak lemak yaitu 9; 10,41; 28,13; dan 2,08 mg/L. Presentase penurunan kandungan (*removal efficiency*) TSS; BOD; COD; dan minyak lemak sebesar 95% ; 95,3% ; 95,9% ; 46,7%. Dari hasil tersebut memenuhi standar baku mutu air limbah sebelum dibuang menuju badan air sesuai Keputusan Kepala Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan Tahun 2016.

**Kata-kata kunci:** BOD, COD, Effluent, Influent, TSS

### **ABSTRACT**

Liquid waste is a waste material from industrial and residential activities that use water raw materials and has a characteristic determined by the physical, chemical, and biological properties of waste. A Wastewater Treatment Plant that operates properly will produce effluent in accordance with environmental quality standards. This study aims to analyze the content of TSS, BOD, COD, and Fatty Oil contained in influent and effluent, and calculate removal efficiency of liquid waste belonging to one of the dairy industries in East Java which was tested by the Environmental Laboratory of Jasa Tirta Mojokerto. The method used is analytical descriptive research whose samples use effluent liquid waste in January-December 2022. The parameters analyzed are TSS (*Total Suspended Solid*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), and Fatty Oils. Result obtained for the mean influent TSS; BOD; COD; and fatty oils by 518; 454,5; 2.402; and 3.93 mg/L. After the wastewater treatment process, the average TSS effluent was produced; BOD; COD; and fatty oils which are 9; 10,41; 28,13; and 2.08 mg/L. Percentage of TSS removal efficiency; BOD; COD; and fatty oils by 95% ; 95,3% ; 95,9% ; 46,7%. These results meet the standard standards for wastewater quality before being discharged into water bodies according to the Decree of the Head of the Pasuruan Regency Environment Agency in 2016.

**keywords :** BOD, COD, Effluent, Influent, TSS

## 1. PENDAHULUAN

Limbah cair merupakan bahan sisa dari kegiatan perumahan maupun industri yang menggunakan bahan baku air dan mempunyai suatu karakteristik yang ditentukan oleh fisika, kimia, dan biologi limbah [1]. Limbah cair dibedakan atas 2 macam yaitu air buangan industri yang berasal dari kegiatan industri sebagai akibat dari proses produksi, dan air buangan rumah tangga yang berasal dari air buangan yang bukan berasal dari industri, melainkan berasal dari rumah tangga, perkantoran, pasar, rumah sakit [2]. Tingkat pencemaran baik kualitas maupun kuantitas semakin meningkat, hal ini dikarenakan perkembangan penduduk serta ekonomi, selain itu industri di sepanjang sungai yang belum melakukan pengelolaan air limbahnya dengan baik dan optimal [3].

Dalam upaya pencegahan serta pengendalian pencemaran lingkungan dan bahayanya yang dapat menyebabkan kerugian baik sosial maupun ekonomi, kesehatan serta lingkungan, maka diperlukan pengelolaan terhadap limbah cair untuk dihilangkan atau dikurangi sifat bahayanya. Pengendalian atau penanggulangan pencemaran air di Indonesia telah diatur melalui peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Secara umum hal ini meliputi pencemaran air baik oleh instansi maupun noninstansi [4].

Limbah industri contohnya industri susu tidak jauh berbeda dengan limbah industri makanan lainnya. Namun, limbah cair yang berasal dari industri susu memiliki karakteristik khas, yaitu kerentanannya terhadap bakteri pengurai. Oleh karena itu, limbah cair industri susu akan mudah mengalami pembusukan [5]. Salah satu industri susu yang berada di Jawa Timur, telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan kapasitas 2.500 m<sup>3</sup>/hari. Limbah cair industri tersebut berasal dari proses produksi, limbah domestik (*main office*, cuci tangan, dapur, *septic tank*), dan utilitas (*blowdown boiler*). Pengolahan limbah cair yang digunakan dalam IPAL industri susu ini adalah pengolahan secara fisika dengan cara penyaringan dan pengendapan, kimia dengan cara menambahkan bahan kimia berupa koagulan dan flokulan, serta biologi dengan bantuan bakteri untuk menguraikan kotoran dalam limbah. Limbah cair industri susu mengandung berbagai unsur yang dapat mencemari lingkungan. Pengolahan limbah cair dilakukan agar air hasil olahan yang dilepas menuju badan air telah memenuhi standar dan baku mutu yang berlaku. Baku mutu campuran air limbah produksi dan air limbah domestik ditetapkan oleh Keputusan Kepala Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan Tahun 2016.

Penelitian terdahulu, mengenai analisis *effluent* limbah cair PT DNP Indonesia, didapatkan hasil *influent* air limbah sebesar 4,5 mg/L dan *effluent* sebesar 4 mg/L, maka dapat dihitung persen *removal efficiency* yang didapat sebesar 11%. Selain itu, didapatkan hasil analisis yang menyatakan bahwa unsur pH berada pada rentang 7,37-6,8, suhu dengan rentang 23-25°C, COD dengan rentang 9-28 mg/L, unsur Kromium Total dengan rentang 0,002-0,088 mg/L, Kromium Valensi 6 dengan hasil <0,009 mg/L, menunjukkan bahwa pada limbah cair industri tersebut masih memenuhi standar baku mutu lingkungan sesuai dengan PERGUB DKI No. 69 Tahun 2013 dan air limbah tersebut sudah aman untuk dibuang ke badan air [3].

Penelitian lainnya mengenai evaluasi instalasi pengolahan air limbah industri pengolahan makanan menggunakan proses elektrokoagulasi dengan prinsip kerja air limbah dari bak ekualisasi dipompa menuju reaktor elektrokoagulasi yang mana dalam reaktor ini

sebuah arus listrik dialirkan ke elektroda logam (Al) dan didapatkan hasil pengukuran parameter polutan pada air limbah hasil proses elektrokoagulasi di IPAL eksisting adalah nilai COD, BOD dan TSS mengalami penurunan berturut-turut yaitu sebesar 60% dari 3.083 mg/L menjadi 1.055 mg/L; 67% dari 820 mg/L menjadi 273mg/L dan 55% dari 398 mg/L menjadi 178 mg/L. Nilai tersebut menunjukkan bahwa beban polutan pada air limbah hasil proses elektrokoagulasi masih tinggi. Hal ini menyebabkan air olahan hasil IPAL masih di atas baku mutu air limbah yaitu dengan nilai COD, BOD dan TSS berturut-turut 751 mg/L, 194 mg/L dan TSS 164 mg/L. Perlu dilakukannya perbaikan atau inovasi serta peningkatan kapasitas IPAL dan melakukan start up pengoperasian IPAL [6].

Berdasarkan uraian dan permasalahan akan limbah cair industri susu di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan TSS, BOD, COD, serta Minyak Lemak yang terdapat di dalam *influent* dan *effluent*, serta menghitung *removal efficiency* limbah cair milik salah satu industri susu di Jawa Timur yang di uji oleh Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta Mojokerto .

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berjenis penelitian deskriptif analitik dan lebih mengarah kepada hasil laboratorium kualitas air limbah *influent* dan *effluent*. Penelitian ini dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Limbah milik industri susu yang berada di daerah Jawa Timur dengan menggunakan sampel *influent* dan *effluent* pada bulan Januari-Desember 2022. Sampel *influent* dan *effluent* setiap bulannya di analisis oleh Laboratorium Jasa Tirta Mojokerto berupa analisis TSS, BOD, COD, dan minyak lemak. Setelah diketahui kandungan *influent* dan *effluent* dari keempat analisis tersebut, selanjutnya dihitung persen *removal efficiency*.

### 2.1. Total Suspended Solid (TSS)

TSS merupakan segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimal 2,0  $\mu\text{m}$  dan dapat mengendap. Tujuan dilakukannya analisis TSS yaitu untuk menentukan banyaknya zat padat yang tersuspensi dalam air dengan satuan mg/L [7]. Metode yang digunakan oleh Laboratorium Jasa Tirta Mojokerto yaitu metode Gravimetri. Alat dan bahan yang diperlukan untuk analisis cawan porselen, mangkuk porselen, timbangan digital, pinset atau penjepit tabung reaksi, desikator, vacuum, oven, kertas saring whatman 0,45  $\mu\text{m}$ , aquadest, sampel, dan silika gel.

Prosedur analisis TSS yaitu cawan porselen dicuci dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama  $\pm 3$  jam dan didinginkan pada desikator selama  $\pm 2$  jam. Begitupun dengan kertas saring sebelum digunakan dibilas dengan aquadest dengan bantuan vacuum dan diletakkan di atas mangkuk porselen. Setelah cawan porselen dan kertas saring dingin, selanjutnya ditimbang sebagai massa cawan porselen dan kertas saring kosong. Setelah selesai ditimbang, kertas saring diletakkan pada corong penyaring. Sebelum sampel dituangkan harus dihomogenkan terlebih dahulu. Vacuum dinyalakan dengan menekan tombol ON. Setelah sampel tersaring maka kertas saring diambil dengan pinset dan diletakkan pada cawan porselen, kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C selama  $\pm 3$  jam dan didinginkan pada desikator selama  $\pm 2$  jam. Setelah kertas saring dan cawan porselen dingin, ditimbang kembali dan didapatkan berat kertas saring residu.

Setelah diketahui berat kertas saring kosong dan kertas saring residu dimasukkan kedalam rumus perhitungan Persamaan (1) [8] :

$$\text{TSS} \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(A-B) \times 1000}{V} \quad (1)$$

Keterangan :

A = berat cawan dan kertas saring + residu (mg)

B = berat cawan dan kertas saring (mg)

V = volume contoh uji (L)

## 2.2. Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD merupakan kebutuhan merupakan kebutuhan oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik di dalam air [9]. Alat dan bahan yang digunakan untuk analisis botol winkler, pipet volume 10 ml, bola hisap, DO meter, aerator, selang, wadah larutan pengencer, sampel uji, 4 reagen ( $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ , *buffer phosphate*), larutan seed, aquadest, kertas label.

Prosedur analisis BOD yaitu larutan pengencer sebelum digunakan harus diaerasi minimal 2 jam untuk menghomogenkan kadar oksigen pada larutan, selanjutnya cek blanko dan diukur dengan pengukuran DO. Selanjutnya, dilakukan pengecekan sampel dan pengenceran. Pengenceran pada analisis BOD dilakukan dengan penambahan larutan pengencer. DO diukur dengan menggunakan DO meter dan dicatat sebagai DO awal ( $\text{DO}_0$ ). Setelah diketahui nilai DO, selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam botol winkler dan ditutup perlahan agar tidak ada gelembung udara. Sampel botol winkler diinkubasi selama 5 hari karena pada waktu tersebut merupakan waktu maksimal yang dibutuhkan microorganism untuk menguraikan zat organik. Setelah 5 hari diinkubasi, tahap selanjutnya yaitu pengukuran nilai DO dan dicatat sebagai DO akhir ( $\text{DO}_5$ ) dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus rumus perhitungan Persamaan (2) [8] :

$$\text{BOD} \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(\text{DO}_0 - \text{DO}_5) - ((\text{DO}_{0\text{blk}} - \text{DO}_{5\text{blk}})f)}{P} \quad (2)$$

Keterangan :

$\text{DO}_0$  = DO contoh sebelum diinkubasi (mg/L)

$\text{DO}_5$  = DO contoh setelah diinkubasi 5 hari,  $20^\circ\text{C}$  (mg/L)

$\text{DO}_{0\text{blk}}$  = DO blanko sebelum diinkubasi (mg/L)

$\text{DO}_{5\text{blk}}$  = DO blanko setelah diinkubasi 5 hari,  $20^\circ\text{C}$  (mg/)

P = Desimal faktor pengenceran =  $1/\text{pengenceran}$

f = Perbandingan volume seed dalam contoh uji dengan volume seed dalam blanko, dengan f dapat dihitung dengan rumus perhitungan Persamaan (3)

$$f = \left[ \frac{(150 - (150 : \text{pengenceran}))}{\frac{100}{\frac{150}{1000}}} \right] \quad (3)$$

## 2.3. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD merupakan kebutuhan oksigen yang diperlukan bahan kimia dalam menguraikan bahan organik di dalam air [10]. Alat dan bahan yang digunakan dalam analisis tabung reaksi 10 ml, rak tabung reaksi, pipet volume 5 dan 10 ml, bola hisap, beaker glass, gelas ukur 100 ml, spektrofotometer, alat pemanas,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , sampel uji,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , aquadest, tissue, kertas label.

Prosedur analisis COD yaitu membuat larutan standar untuk membuat kurva kalibrasi. Setelah kurva kalibrasi dibuat selanjutnya dilakukan *pipeting* reagen, reagen yang harus dipipet terlebih dahulu adalah  $K_2Cr_2O_7$  kemudian  $H_2SO_4$ . Setelah itu ditambahkan sampel uji sebanyak 2,5 ml. Selain sampel uji, blanko dan larutan standar juga ditambahkan reagen. Sampel uji, blanko, dan larutan standar yang telah dicampur dengan reagen selanjutnya tabung reaksi ditutup dan diberi label sesuai dengan jumlah pengencerannya. Setelah ditutup, dihomogenkan agar dapat bereaksi dengan  $K_2Cr_2O_7$ . Tahap selanjutnya, dipanaskan dengan pemanas pada suhu  $150^\circ C$  selama 2 jam dan didinginkan pada blower sampai dingin. Setelah dingin, sampel diuji dengan menggunakan spektrofotometer gelombang 444 nm dan didapatkan data hasil pembacaan spektrofotometer, setelah itu dilakukan perhitungan untuk mengetahui kadar COD menggunakan rumus rumus perhitungan Persamaan (4) [8] :

$$COD \left( \frac{mg}{L} \right) = Fx \times Na \quad (4)$$

Keterangan :

Fx = faktor pengenceran

Na = nilai hasil pembacaan pada spektrofotometer

#### 2.4. Minyak Lemak

Minyak dan lemak terdiri dari trigliserida campuran yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Minyak memiliki berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis di permukaan air [11]. Analisis kandungan minyak lemak bertujuan untuk mengetahui kadar material minyak lemak yang terdiri dari minyak mineral, minyak nabati, asam lemak, sabun, malam dan material lain yang dapat terekstrak oleh pelarut organik dari sampel yang diasamkan [8]. Analisis ini menggunakan metode gravimetri. Alat dan bahan yang digunakan dalam analisis timbangan digital, labu, pipet volume 10 ml, mikro pipet, pipet tetes, bola hisap, gelas ukur 250 ml. washing bottle, corong, kompor, oven, crushable tank, desikator, nampan, blower, tatakan, labu len, sampel uji, HCl, n-heksane, alcohol,  $Na_2SO_4$ , silica gel, tissue, kertas label.

Prosedur analisis minyak lemak yaitu sampel yang akan diuji dihomogenkan, kemudian dituang ke dalam gelas ukur 250 ml sebanyak 200 ml dan dituang kedalam labu len yang sebelumnya sudah diberikan HCl 200 mikron 1:1. Setelah sampel dituang kedalam labu len selanjutnya ditambahkan n-heksan 10 ml, dihomogenkan dan dibuang residu emulsi sampai setengah labu. Setelah sampel tinggal setengah labu len, kemudian ditambahkan alkohol 3 tetes untuk memecah emulsi pada sampel. Sampel ditambahkan lagi n-heksan 2 ml dan alkohol beberapa tetes lalu dihomogenkan kembali dan dibuang lagi untuk pemisahan fase organik dan fase minyak lemak. Fase minyak lemak disaring dengan corong yang diberi kertas saring dengan  $Na_2SO_4$  dan ditampung pada labu untuk dipanaskan. Sebelum digunakan untuk menampung fase minyak lemak, labu harus ditimbang beratnya dengan menggunakan timbangan digital dan dicatat sebagai B (berat labu kosong). Fase minyak lemak yang sudah berada di labu siap untuk dipanaskan di atas kompor dengan alat destilasi pemisah uap n-heksane dan ditunggu sampai labu benar-benar kering. Setelah labu benar-benar kering selanjutnya labu didinginkan pada desikator  $\pm 2$  jam dan ditimbang dua kali yang dicatat sebagai A (berat labu minyak lemak). Tetapi dalam proses penimbangan desikator harus dibuka 30 menit sebelum

penimbangan agar hasilnya akurat. Setelah diketahui berat labu A dan B, untuk mengetahui kadar minyak lemak pada sampel dilakukan perhitungan menggunakan rumus rumus perhitungan Persamaan (5) [8] :

$$\text{Minyak Lemak } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = (A - B) \times 1000 \quad (5)$$

Keterangan :

A = berat labu minyak lemak

B = berat labu kosong

### 2.5. Removal Efficiency

Perhitungan *removal efficiency* dilakukan untuk mengetahui besarnya polutan yang terkandung dalam air limbah terkurangi [12]. Sebelum dilakukannya perhitungan, diperlukan data konsentrasi influent (awal) dan effluent (akhir) dari setiap analisis. *Removal efficiency* dihitung menggunakan rumus rumus perhitungan Persamaan (6).

$$\text{Removal efficiency } (\%) = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \quad (6)$$

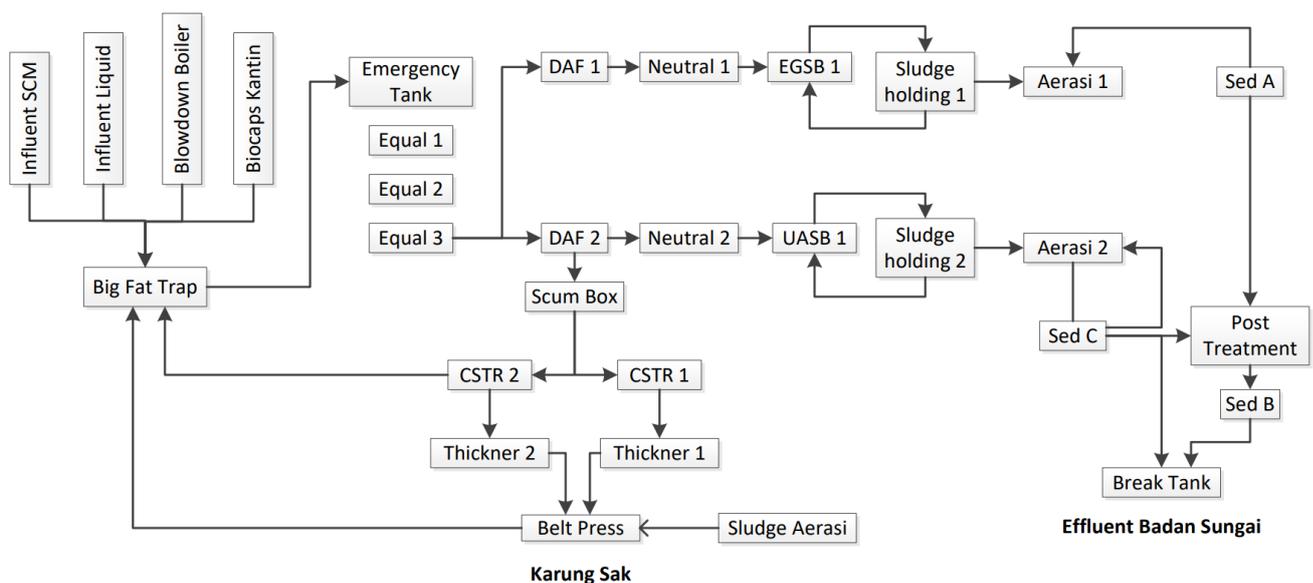
Keterangan :

A = konsentrasi awal (mg/L)

B = konsentrasi akhir (mg/L)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

IPAL industri susu terdiri dari berbagai unit pengolahan di antaranya *Big Fat Trap*, *equalization tank*, *Dissolved Air Flootation (DAF)*, *scum box*, *Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)*, *thickner*, *belt press*, tangki netralisasi, *Expanded Granular Sludge Bed (EGSB)*, *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*, *sludge holding*, kolam aerasi, bak sedimentasi, dan bak *post treatment*. Hasil olahan IPAL industri susu tersebut pada tahun 2022 setiap bulannya menghasilkan jumlah debit *influent* dan *effluent* rata-rata sebanyak 1.806,3 dan 1.631,3 m<sup>3</sup>/hari. Selanjutnya, sebelum air limbah dibuang menuju badan air, pengujian harus dilakukan untuk mengetahui kandungan air limbah yang terdapat di dalamnya.



**Gambar 1.** Skema proses pengolahan IPAL industri susu

### 3.1. Hasil Kandungan dan Penurunan TSS, BOD, COD, dan Minyak Lemak pada *Influent* dan *Effluent*

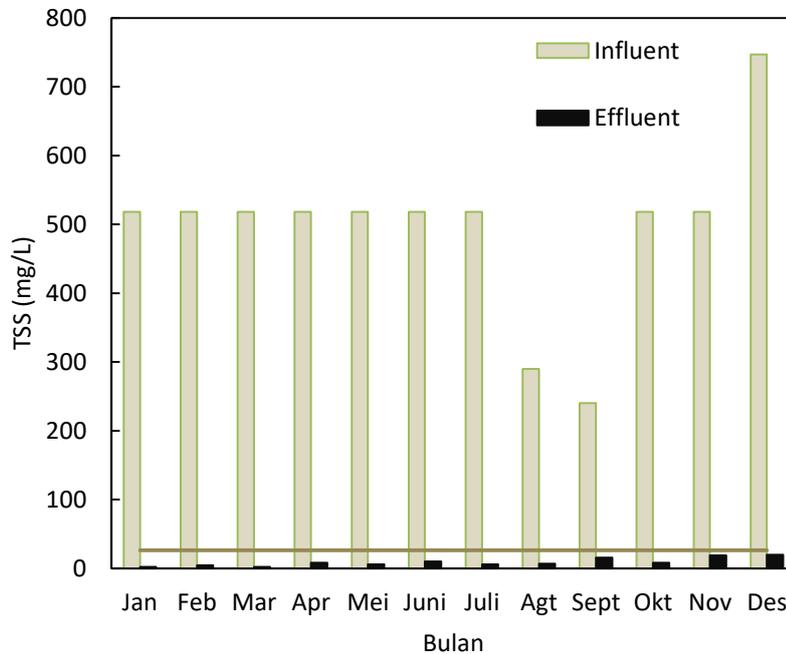
Kandungan *influent*, *effluent*, serta perhitungan penurunan kandungan air limbah (*removal efficiency*) dari pengambilan sample selama 1 tahun pada industri susu disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil pengujian *influent*, *effluent*, dan perhitungan *removal efficiency* limbah cair

Bulan	Keterangan	Parameter			
		TSS	BOD	COD	Minyak Lemak
Januari	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,60	3,87
	<i>Effluent</i> , mg/L	2	8,92	21,9	1,09
	<i>Removal Efficiency</i> , %	99,61	98,04	99,09	71,83
Februari	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,87
	<i>Effluent</i> , mg/L	4,6	10	16	2,04
	<i>Removal Efficiency</i> , %	99,11	97,80	99,33	47,40
Maret	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,875
	<i>Effluent</i> , mg/L	2	2,56	5,37	1,09
	<i>Removal Efficiency</i> , %	99,61	99,44	99,78	71,87
April	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,875
	<i>Effluent</i> , mg/L	8	22	52	2,04
	<i>Removal Efficiency</i> , %	98,46	95,16	97,84	47,47
Mei	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,875
	<i>Effluent</i> , mg/L	6	24	32	2,04
	<i>Removal Efficiency</i> , %	98,84	94,72	98,67	47,47
Juni	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,875
	<i>Effluent</i> , mg/L	10	22	50	2,04
	<i>Removal Efficiency</i> , %	98,07	95,16	97,92	47,47
Juli	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,875
	<i>Effluent</i> , mg/L	6	6,8	30	2
	<i>Removal Efficiency</i> , %	98,84	98,50	98,75	48,39
Agustus	<i>Influent</i> , mg/L	290	889,6	4.730,00	4,25
	<i>Effluent</i> , mg/L	7	6,84	29,51	2
	<i>Removal Efficiency</i> , %	97,59	99,23	99,38	52,94
September	<i>Influent</i> , mg/L	240	207,1	884,5	4,5
	<i>Effluent</i> , mg/L	15,6	6,21	29,66	3
	<i>Removal Efficiency</i> , %	93,50	97,00	96,65	33,33
Oktober	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,875
	<i>Effluent</i> , mg/L	8	3,71	17,16	3,25
	<i>Removal Efficiency</i> , %	98,46	99,18	99,29	16,13
November	<i>Influent</i> , mg/L	518,35	454,59	2.402,64	3,875
	<i>Effluent</i> , mg/L	18,8	6,23	28,81	2
	<i>Removal Efficiency</i> , %	96,37	98,63	98,80	48,39
Desember	<i>Influent</i> , mg/L	746,7	19,58	75,28	3,5
	<i>Effluent</i> , mg/L	20	5,67	25,24	2,5
	<i>Removal Efficiency</i> , %	97,32	71,04	66,47	28,57

### 3.1.1. Kandungan TSS pada *Influent* dan *Effluent*

Hasil kandungan TSS dari pengambilan sampel pada industri susu selama satu tahun disajikan dalam Gambar 2.



**Gambar 2.** Kondisi TSS limbah cair industri susu pada *influent* dan *effluent* selama satu tahun

Tujuan dilakukannya analisis TSS yaitu untuk menentukan banyaknya zat padat yang tersuspensi dalam air dengan satuan mg/L [7]. Hubungan TSS dengan kekeruhan sangat erat, karena salah satu penyebab kekeruhan air yaitu adanya kandungan zat padat tersuspensi dan dapat mengganggu aktivitas makhluk hidup yang terdapat pada air tersebut [13][9]. Rata-rata kandungan *influent* TSS pada tahun 2022 sebesar 518 mg/L terhitung dari bulan Januari hingga November tanpa mengikut sertakan bulan Agustus, September, dan Desember. Hal tersebut dikarenakan terdapat perbedaan kondisi kandungan TSS yang cukup signifikan. Pada bulan Agustus dan September kondisi *influent* TSS cenderung lebih rendah daripada bulan-bulan sebelumnya, kemungkinan dikarenakan produksi susu hanya jalan beberapa *line* saja. Sedangkan, pada bulan Desember terdapat peningkatan nilai *influent*, hal seperti ini kemungkinan dapat disebabkan karena *pneumatic valve* pada salah satu mesin produksi *error* sehingga menyebabkan produk yang seharusnya ditransfer sesuai volume yang diinginkan menjadi berlebih dan luber menuju IPAL. Namun, meskipun terdapat peningkatan *influent*, penurunan *effluent* yang dihasilkan setelah proses pengolahan cukup signifikan yaitu rata-rata 9 mg/L dengan rata-rata *removal efficiency* 95%. Penurunan nilai TSS tersebut disebabkan adanya proses pengolahan limbah yang optimal secara fisika, biologi, maupun kimia diantaranya sedimentasi, flotasi, koagulasi, dan flokulasi. Tahap pendahuluan dilakukan pengolahan fisika meliputi proses sedimentasi dengan mengendapkan TSS yang berat jenisnya lebih

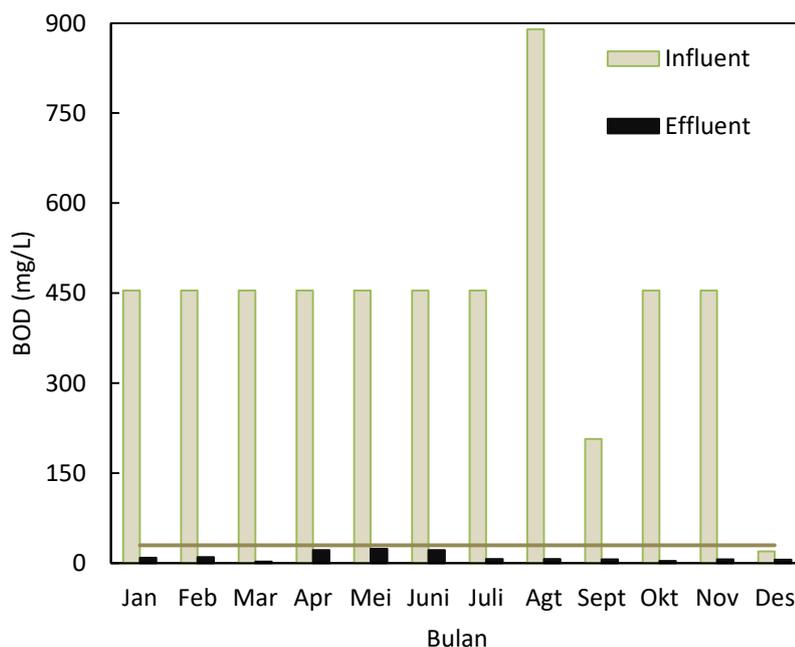
besar daripada cairan limbah dan flotasi untuk memisahkan padatan terapung yang memiliki massa jenis lebih rendah dari cairan limbah.

Limbah yang diolah secara biologi memanfaatkan mikroorganismenya yang dapat menguraikan zat organik dalam air limbah. Hal ini sesuai dengan penelitian milik Eckenfelder dalam Ambarsari, yang menyatakan bahwa zat organik dalam TSS dapat diturunkan kandungannya melalui proses biologi yang melibatkan bakteri anaerobik seperti metanogen untuk merombak zat-zat organik sehingga mengakibatkan nilai TSS turun [14].

Pengolahan kimia dengan proses koagulasi dan flokulasi menggunakan bahan kimia berupa koagulan *polyalumchloride* (PAC) liquid dengan konsentrasi 100% sebanyak 349 L/hari, serta flokulan polimer kationik dengan konsentrasi 0,1% sebanyak 2.400 kg/minggu. Koagulan digunakan untuk membentuk gumpalan atau flok dalam limbah, sedangkan flokulan digunakan untuk menggabungkan flok-flok yang sudah terbentuk menjadi flok yang lebih besar lagi [15].

### 3.1.2. Kandungan BOD pada *Influent* dan *Effluent*

Hasil kandungan BOD dari pengambilan sampel pada industri susu selama satu tahun disajikan dalam Gambar 3.



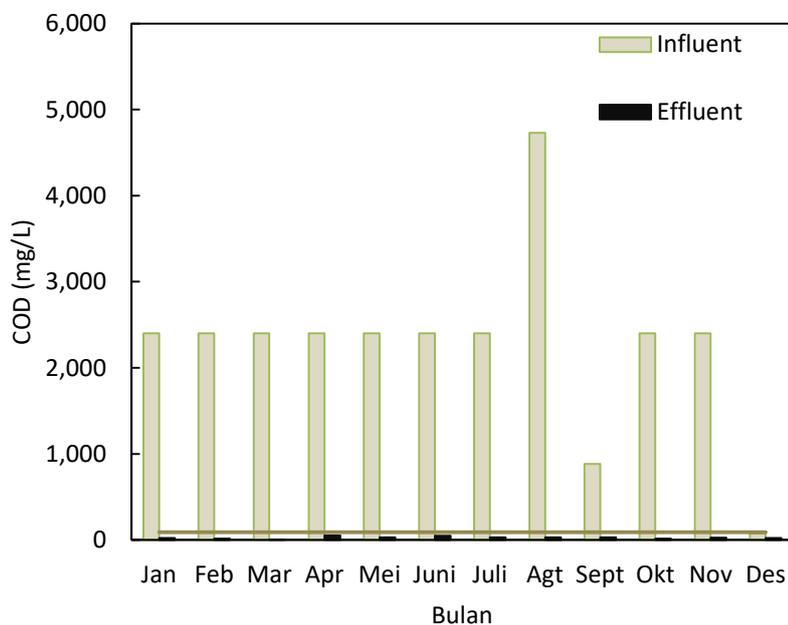
**Gambar 3.** Kondisi BOD limbah cair industri susu pada *influent* dan *effluent* selama satu tahun

Berdasarkan Gambar 3, rata-rata kandungan *influent* BOD pada tahun 2022 sebesar 454,5 mg/L dihitung dari bulan Januari hingga November tanpa mengikutsertakan bulan Agustus, September, dan Desember. Hal tersebut dikarenakan terdapat perbedaan kondisi kandungan BOD yang cukup signifikan. Pada bulan Agustus terdapat peningkatan kondisi *influent* BOD yang kemungkinan dapat disebabkan karena buangan dari produksi yang tidak terkontrol, seperti *pneumatic*

*valve* pada salah satu mesin produksi *error* sehingga menyebabkan produk yang seharusnya ditransfer sesuai volume yang diinginkan menjadi berlebih dan luber menuju IPAL. Sedangkan, pada bulan September dan Desember kondisi *influent* BOD lebih rendah daripada bulan-bulan sebelumnya, hal ini dapat dikarenakan sering dilakukannya *shutdown* pada area produksi sehingga air limbah yang dihasilkan tidak mengandung susu. Meskipun terdapat peningkatan *influent*, penurunan *effluent* yang dihasilkan setelah proses pengolahan cukup signifikan dengan rata-rata 10,41 mg/L dan rata-rata *removal efficiency* 95,3%. Penurunan BOD dipengaruhi oleh aktivitas kerja mikroorganisme seperti bakteri anaerob pada reaktor *Expanded Granular Sludge Bed* (EGSB) dan *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), serta bakteri aerob pada proses aerasi. Proses aerasi merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai BOD, karena dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air limbah, selain itu berguna bagi mikroorganisme di dalamnya untuk pertumbuhan serta meningkatkan kerja bakteri aerob dalam mendegradasi senyawa-senyawa organik. Seperti penelitian milik Rizkia, perlakuan dengan penambahan lumpur aktif mengakibatkan terjadinya penurunan nilai BOD dari selang hari ke-1 sampai hari ke-4. Nilai BOD yang paling baik dicapai pada lama waktu aerasi 4 hari yaitu sebesar 5,04 mg/L dengan efektivitas sebesar 75,26 % [16].

### 3.1.3. Kandungan COD pada *Influent* dan *Effluent*

Hasil kandungan COD dari pengambilan sampel pada industri susu selama satu tahun disajikan dalam Gambar 4.



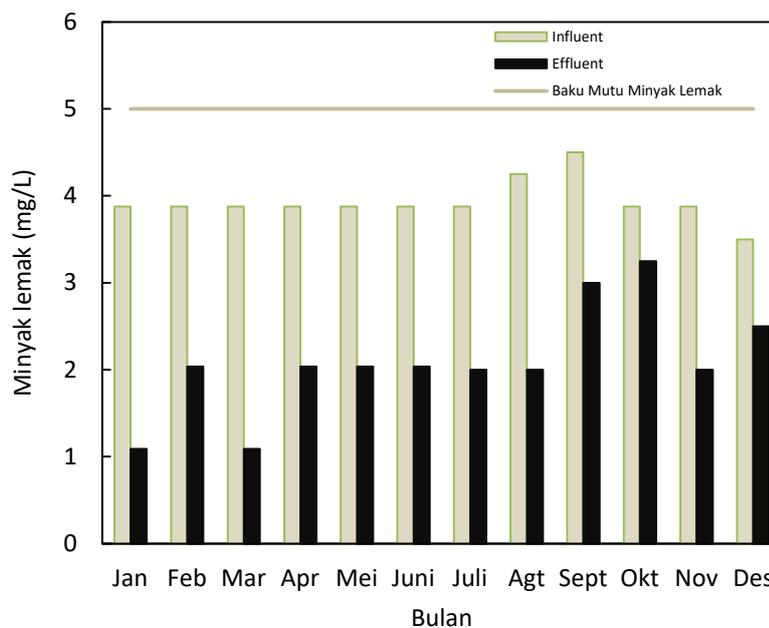
**Gambar 4.** Kondisi COD limbah cair industri susu pada *influent* dan *effluent* selama satu tahun

Nilai COD selalu lebih tinggi dibandingkan BOD, hal ini dikarenakan banyak zat organik yang dioksidasi secara kimiawi tetapi tidak dapat dioksidasi secara biologis [17]. Kondisi *influent* COD yang disajikan dalam Gambar 4 hampir sama dengan

kondisi BOD dengan rata-rata kandungan *influent* COD pada tahun 2022 sebesar 2.402 mg/L terhitung dari bulan Januari hingga November tanpa mengikut sertakan bulan Agustus, September, dan Desember. Hal tersebut dikarenakan terdapat perbedaan kondisi kandungan COD yang cukup signifikan. Pada bulan Agustus terdapat peningkatan kondisi *influent* COD yang kemungkinan dapat disebabkan karena buangan dari produksi yang tidak terkontrol, seperti *pneumatic valve* pada salah satu mesin produksi *error* sehingga menyebabkan produk yang seharusnya ditransfer sesuai volume yang diinginkan menjadi berlebih dan luber menuju IPAL. Sedangkan, pada bulan September dan Desember kondisi *influent* BOD cenderung lebih rendah daripada bulan-bulan sebelumnya, dikarenakan sering dilakukannya *shutdown* pada area produksi sehingga air limbah yang dihasilkan tidak mengandung susu. Meskipun terdapat peningkatan *influent*, penurunan *effluent* yang dihasilkan setelah proses pengolahan cukup signifikan dengan rata-rata 28,13 mg/L dan rata-rata *removal efficiency* 95,9%. Penurunan COD dipengaruhi oleh penggunaan bahan kimia, namun disamping itu juga dipengaruhi oleh aktivitas kerja mikroorganisme seperti bakteri anaerob pada reaktor EGSB dan UASB dan bakteri aerob pada proses aerasi dikarenakan bakteri ini akan menghilangkan sisa-sisa residu yang terbentuk dari bahan kimia yang digunakan. Seperti penelitian milik Suriawijaya dalam Rizkia, terkait efektivitas lumpur aktif terhadap penurunan nilai COD menyatakan bahwa proses aerasi mempengaruhi senyawa-senyawa anorganik yang ditandai dengan terjadinya penurunan nilai COD [16].

### 3.1.4. Kandungan Minyak Lemak pada *Influent* dan *Effluent*

Hasil kandungan minyak lemak dari pengambilan sampel pada industri susu selama satu tahun disajikan dalam Gambar 5.



**Gambar 5.** Kondisi minyak lemak limbah cair industri susu *pada influent dan effluent selama satu tahun*

Kondisi minyak lemak dengan rata-rata kandungan *influent* seperti disajikan dalam Gambar 5 yaitu 3,93 mg/L dan setelah dilakukan proses pengolahan limbah terjadi penurunan *effluent* dengan rata-rata 2,08 mg/L dengan *removal efficiency* 46,7%. Pada industri susu, minyak lemak akan diolah di awal proses (*pretreatment*) menggunakan *Dissolved Air Floatation* (DAF) dengan memisahkan flok-flok yang terbentuk pada proses koagulasi menggunakan koagulan *polyalumchloride* (PAC) liquid dengan konsentrasi 100% sebanyak 349 L/hari. Flok yang terkumpul akan menjadi *sludge* yang selanjutnya diolah menuju *Scum Box*, sedangkan air yang bebas flok yang diolah menuju *Netralisasi Tank* dan akan dialirkan menuju proses pengolahan selanjutnya. Sama halnya dengan penelitian milik Ahmad, dkk tentang penurunan kadar minyak lemak industri bir menggunakan DAF sebagai *pretreatmentnya* dengan tekanan 4 bar mampu menurunkan konsentrasi beban pencemar minyak lemak dari 254,7 mg/L menjadi 1,6 mg/L dengan efisiensi 99,4% dan telah memenuhi baku mutu industri bir dan minuman ringan sebesar 1,79 mg/L [18].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan data di atas maka dapat disimpulkan bahwa, hasil yang diperoleh untuk rata-rata *influent* TSS; BOD; COD; dan minyak lemak sebesar 518; 454,5; 2.402; dan 3,93 mg/L. Setelah dilakukan proses pengolahan air limbah dihasilkan rata-rata *effluent* TSS; BOD; COD; dan minyak lemak yaitu 9; 10,41; 28,13; dan 2,08 mg/L. Dari hasil tersebut memenuhi standar baku mutu air limbah sebelum dibuang menuju badan air sesuai Keputusan Kepala Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan Tahun 2016 dengan presentase penurunan kandungan (*removal efficiency*) TSS; BOD; COD; dan minyak lemak sebesar 95; 95,3; 95,9; dan 46,7%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengolahan air limbah pada IPAL milik industri susu ini berjalan efisien, serta sistem IPAL pada industri susu tersebut sudah beroperasi sesuai dengan SOP dan berhasil mengolah air limbah secara optimal baik pengolahan secara fisika, kimia, maupun biologi.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukannya pembahasan lebih lanjut mengenai analisis parameter ammonia dan total *coliform*, dikarenakan kedua parameter tersebut juga berpengaruh terhadap kualitas air limbah.

#### REFERENSI

- [1] A. Farhan, "Evaluasi Kualitas Air Limbah pada Inlet dan Outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Rukoh Kota Banda Aceh," Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam, 2022.
- [2] K. Irianto, "Penanganan Limbah Cair.", vol.1, 2016.
- [3] Y. Kurniawati dan N. Maqfiroh, "Analisis *Effluent* Limbah Cair PT DNP Indonesia. PuloGadung, Jakarta Timur," *J. Ilmu. Kesehatan.*, vol. 11, no. 1, hal. 64–72, 2019.
- [4] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.", vol. 1, no. 078487A, hal. 483, 2021.
- [5] R, Wagini., Karyono, "Pengolahan Limbah Cair Industri Susu.", *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 9, no. 1. hal. 23–31, 2002.

- [6] A. Arifudin, S. Setiyono, F. E. Priyanto, dan S. Sulistia, "Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Makanan," *J. Air Indonesia.*, vol. 11, no. 1, hal. 32–37, 2020.
- [7] M. Utami, "Analisis kadar Total Dissolved Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Cair dari Industri Gula Tebu," *J. Chem. Res.*, vol. 7, no. 1, hal. 43–49, 2022.
- [8] R. H. safitri, "Pengukuran Parameter Kualitas Air di Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1 Mojokerto," Universitas Brawijaya, 2015.
- [9] V. Widyaningsih, "Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma Fisip UI," Universitas Indonesia, 2011.
- [10] B. Andika, P. Wahyuningsih, dan R. Fajri, "Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan," *J. Kim. Sains dan Terapan.*, vol. 2, no. 1, hal. 14–22, 2020.
- [11] D. Hendrawan, "Kualitas Air Sungai Ciliwung Ditinjau dari Parameter Minyak dan Lemak (*Water Quality of Ciliwung River Refer to Oil and Grease Parameter*)," *Ilmu - Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia.*, vol. Desember, no. 15, hal. 85–93, 2018.
- [12] S. Romadhonah dan C. Arif, "Analisis Kualitas Air dan *Removal Efficiency Wastewater Treatment Plant* (WWTP) di PT. Indonesia Power UPJP Priok Jakarta.," *J. Tek. Sipil dan Lingkungan.*, vol. 5, no. 2, hal. 69–78, 2021.
- [13] V. Nofitasari, "Analisa Perubahan Warna, TSS, pH dan COD Limbah Cair Industri Lurik dengan Metode Elektrooksidasi," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- [14] A. Ambarsari, "Penentuan pH, TSS dan Kadar Zat Organik pada Limbah Cair di PT. PaperTech Indonesia Unit III Magelang," 2016.
- [15] Oktaviasari dan Mashuri, "Optimasi Parameter Proses *Jar Test* Menggunakan Metode Taguchi Dengan Pendekatan PCR-TOPSIS (Studi Kasus: PDAM Surya Sembada Kota Surabaya) | *Semantic Scholar*," vol. 5, no. 2, hal. 372–377, 2016.
- [16] Y. Rizkia Widyawati, I. Putra Manuaba, dan N. Dwi Adhi Suastuti, "Efektivitas Lumpur Aktif Dalam Menurunkan Nilai BOD (Biological Oxygen Demand) Dan COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Upt Lab. Analitik Universitas Udayana," *J. Kim.*, vol. 9, no. 1, hal. 1–6, 2015.
- [17] S. Royani, A. S. Fitriana, A. B. P. Enarga, dan H. Z. Bagaskara, "Kajian COD Dan BOD Dalam Air Di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliiori Kabupaten Banyumas," *J. Sains & Teknologi Lingkung.*, vol. 13, no. 1, hal. 40–49, 2021.
- [18] A. R. Taufiqussyakir, A. E. Afiuddin, dan U. P. Astuti, "Penurunan Kadar Minyak dan Lemak Industri Bir dan Minuman Ringan dengan Dissolved Air Flotation," *Natl. Conf. Proceeding Waste Treat. Technol.*, no. 2623, hal. 105–108, 2013.